

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-76824

(P2002-76824A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース (参考)
H 0 3 H	9/17	H 0 3 H	F 5 J 1 0 8
	3/02		B

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-262839 (P2000-262839)

(22) 出願日 平成12年8月31日 (2000.8.31)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 山田 一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 吉野 幸夫

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100079577

弁理士 岡田 全啓

Fターム (参考) 5J108 AA04 CC01 EE13 FF01 FF03

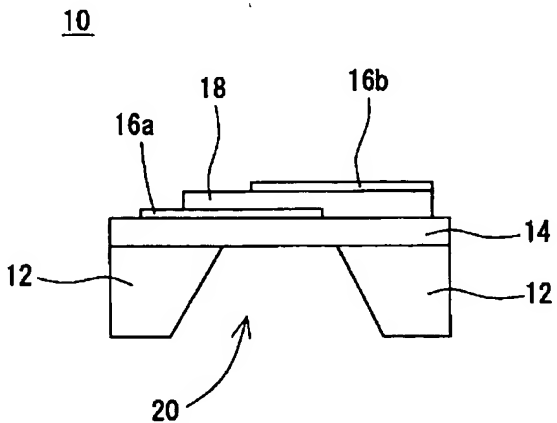
KK01 KK02 MM11 MM14

(54) 【発明の名称】 圧電薄膜共振子、フィルタおよび電子機器

(57) 【要約】

【課題】 良好な共振特性および良好な共振周波数の温度特性を有し、素子の割れなどによる不良が少ない圧電薄膜共振子を提供する。

【解決手段】 圧電薄膜共振子10はSi基板12を含む。Si基板12の上には、薄膜としてのAlNを主成分とするAlN圧電薄膜14、下層電極16a、圧電薄膜としてのAlNを主成分とするAlN圧電薄膜18および上層電極16bが、その順番に形成される。Si基板12には、AlN圧電薄膜14の中央部に対応する部分に、空洞20が形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空洞を有する基板、
前記基板上に形成される薄膜、
前記薄膜上に形成される下層電極、
前記下層電極上に形成される圧電薄膜、および前記圧電薄膜上に形成される上層電極を含む圧電薄膜共振子において、
前記薄膜および前記圧電薄膜を同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成したことを特徴とする、圧電薄膜共振子。

【請求項2】 前記薄膜および前記圧電薄膜は、それぞれ、AlNを主成分とするAlN圧電薄膜である、請求項1に記載の圧電薄膜共振子。

【請求項3】 前記薄膜および前記圧電薄膜は、それぞれ、Arと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成され、内部応力が零応力程度とされる、請求項1または請求項2に記載の圧電薄膜共振子。

【請求項4】 前記薄膜および前記圧電薄膜は、それぞれ、ガス圧が0.5Pa〜1.2Paの範囲のArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成される、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載に圧電薄膜共振子。

【請求項5】 前記薄膜は配向している、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電薄膜共振子。

【請求項6】 前記薄膜は、窒素ガスの流量比が20%〜30%の範囲のArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成される、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の圧電薄膜共振子。

【請求項7】 前記薄膜、前記下層電極、前記圧電薄膜および前記上層電極は、それぞれ、Alを主成分とするターゲットを用いたスパッタリング法で形成される、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の圧電薄膜共振子。

【請求項8】 前記下層電極は、(111)優先配向しやすい面立方構造を有する金属材料で形成される、請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の圧電薄膜共振子。

【請求項9】 前記薄膜、前記下層電極、前記圧電薄膜および前記上層電極は、真空を破ることなく形成される、請求項7に記載の圧電薄膜共振子。

【請求項10】 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の圧電薄膜共振子を含む、フィルタ。

【請求項11】 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の圧電薄膜共振子または請求項10に記載のフィルタを含む、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は圧電薄膜共振子、フィルタおよび電子機器に関し、特にたとえば携帯電話や通信機器などの高周波用の電子機器に用いられるフィ

ルタや共振器に用いられるダイヤフラム型の圧電薄膜共振子などに関する。

【0002】

【従来の技術】圧電基板の厚み縦振動を利用した圧電共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例するので、超高周波領域では圧電基板をきわめて薄く加工する必要がある。しかしながら、圧電基板自体の厚さを薄くするのは、その機械的強度や取扱い上の制限などから、基本モードでは数100MHzが実用上の高周波限界とされてきた。

【0003】このような問題を解決するために、従来、たとえば特願平11-350585号に開示されているように、ダイヤフラム型の圧電薄膜共振子が提案されており、フィルタや共振器に用いられている。図3は従来の圧電薄膜共振子の一例を示す断面図解図である。図3に示す圧電薄膜共振子1はSi基板2を含む。Si基板2には、微細加工法を用いて裏面から部分的にエッチングすることによって、数 μ m以下の厚さの薄膜支持部3が形成される。薄膜支持部3の上には、両主面に一对の励振用電極として下層電極4aおよび上層電極4bを有するAlN圧電薄膜5が設けられる。図3に示す圧電薄膜共振子1では、薄膜支持部3は微細加工技術を用いて薄く形成することができ、AlN圧電薄膜5もスパッタリングなどによって薄く形成することができるので、数100MHz〜数1000MHzまで高周波特性をのばすことができる可能性がある。しかしながら、図3に示す圧電薄膜共振子1では、半導体であるSi基板2が用いられるために、励振用電極およびSi基板間の浮遊容量と、Si基板と、Si基板および励振用電極間の浮遊容量とを経由して、励振用電極間で高周波信号のめれが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0004】図4は上述の高い反共振特性が得られないという問題を改善した従来の圧電薄膜共振子の他の例を示す断面図解図である。図4に示す圧電薄膜共振子6では、図3に示す圧電薄膜共振子1と比べて、Si基板2の上層部分に絶縁膜であるSiO₂薄膜7が形成され、励振用電極およびSi基板間の絶縁性を高めることによって、良好な共振特性が得られる。しかしながら、図3および図4に示す圧電薄膜共振子1および6では、基本厚み縦振動の振動節点に関して、AlN圧電薄膜5が対称の位置からずれてしまうために、3次、5次といった奇数次の高調波の他に偶数次の高調波がスプリアスとなる欠点があった。

【0005】図5はたとえば特開昭58-137317号に開示され上述の欠点が改善される従来の圧電薄膜共振子のさらに他の例を示す断面図解図である。図5に示す圧電薄膜共振子8では、図4に示す圧電薄膜共振子1と比べて、AlN圧電薄膜5に対して上下対称にSiO₂薄膜7および9が形成されることによって、振動の節

点がA1N圧電薄膜5の中央部分に位置するように形成される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図4および図5に示す圧電薄膜共振子6および8では、SiO₂薄膜中とA1N圧電薄膜中とは音速が異なるため、SiO₂薄膜とA1N圧電薄膜との境界において振動波の反射が大きく良好な共振特性が得られなかった。また、ヤング率の温度係数の値はSiO₂とA1Nとは同符号でありSiO₂の方がA1Nより大きいために(“弾性波素子技術ハンドブック”、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、オーム社(1991))、SiO₂薄膜およびA1N圧電薄膜などの積層構造の図4および図5に示す圧電薄膜共振子6および8では、共振周波数の温度特性が悪かった。さらに、図4および図5に示す圧電薄膜共振子6および8では、SiO₂薄膜が強い圧縮性応力をもつため、素子が破壊されてしまうことがあった。また、図4および図5に示す圧電薄膜共振子6および8では、SiO₂薄膜がアモルファスであるために、SiO₂薄膜上の下層電極の配向性が悪く、下層電極上のA1N圧電薄膜の配向性も悪く、良好な圧電性を示さなかった。さらに、図3～図5に示す圧電薄膜共振子1、6および8では、励振用電極とA1N圧電薄膜とを異なる装置で形成していたので製造コストが高くなっていた。また、図3～図5に示す圧電薄膜共振子1、6および8では、励振用電極を形成した後や圧電薄膜を形成した後に、一旦真空装置から大気中に取り出して次の成膜工程を行っていたので、励振用電極および圧電薄膜の界面に酸化層が形成され、共振特性の悪化を引き起こしていた。

【0007】それゆえに、この発明の主たる目的は、良好な共振特性および良好な共振周波数の温度特性を有し、素子の割れなどによる不良が少ない圧電薄膜共振子を提供することである。この発明の他の目的は、そのような圧電薄膜共振子を含むフィルタを提供することである。この発明のさらに他の目的は、そのような圧電薄膜共振子またはフィルタを含む電子機器を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる圧電薄膜共振子は、空洞を有する基板と、基板上に形成される薄膜と、薄膜上に形成される下層電極と、下層電極上に形成される圧電薄膜と、圧電薄膜上に形成される上層電極とを含む圧電薄膜共振子において、薄膜および圧電薄膜を同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成したことを特徴とする、圧電薄膜共振子である。この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜および圧電薄膜は、それぞれ、たとえばA1Nを主成分とするA1N圧電薄膜である。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜および圧電薄膜は、それぞれ、たとえば、A

rと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成され、内部応力が零応力程度とされる。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜および圧電薄膜は、それぞれ、たとえばガス圧が0.5Pa～1.2Paの範囲のArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成される。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜はたとえば基板の厚み方向に配向している。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜は、たとえば窒素ガスの流量比が20%～30%の範囲のArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法で形成される。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜、下層電極、圧電薄膜および上層電極は、それぞれ、たとえばAlを主成分とするターゲットを用いたスパッタリング法で形成される。この場合、薄膜、下層電極、圧電薄膜および上層電極は、たとえば真空を破ることなく形成される。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、下層電極は、たとえば、(111)優先配向しやすい面心立方構造を有する金属材料で形成される。また、この発明にかかるフィルタは、この発明にかかる圧電薄膜共振子を含むフィルタである。さらに、この発明にかかる電子機器は、この発明にかかる圧電薄膜共振子またはフィルタを含む電子機器である。

【0009】この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜および圧電薄膜が同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成されるので、音速の異なる材料の境界での反射がほとんどなくなり、良好な共振特性が得られる。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜および圧電薄膜が同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成されるので、薄膜および圧電薄膜のヤング率の差が小さくなり、良好な共振周波数の温度特性が得られる。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子では、薄膜がたとえばA1N圧電薄膜などの圧電薄膜と同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成されるので、薄膜中の音速が大きくなり、従来と同一周波数の圧電薄膜共振子を作製する場合に、膜厚の厚い薄膜を用いることができ、機械的強度を増すことができ、素子の割れなどによる不良を低減することができる。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子において、薄膜および圧電薄膜は、それぞれ、内部応力が零応力程度とされ、基板の反りを低減することができ、素子の割れなどによる不良を低減することができる。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子において、薄膜が基板の厚み方向に配向していると、良好な配向性を示す下層電極が得られ、下層電極上に形成される圧電薄膜の配向性も向上するため、良好な圧電性が生じ、さらに良好な共振特性が得られる。また、この発明にかかる圧電薄膜共振子において、薄膜、下層電極、圧電薄膜および上層電極がそれぞれAlを主成分とするターゲットを用いたスパッタリング法で形成されると、スパッタガス種を変えるだけで、薄膜、下層電極、圧電薄膜および上層電極を同一装

置で形成することができるために、製造コストを低減することができ、薄膜、下層電極、圧電薄膜および上層電極に生じる酸化層などの不純物層の生成を防ぐことができ、良好な共振特性が得られる。さらに、この発明にかかる圧電薄膜共振子において、下層電極がたとえば(111)優先配向しやすい面心立方構造を有する金属材料で形成されると、下層電極が良好な(111)配向性を示し得る。

【0010】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0011】

【発明の実施の形態】

【実施例1】図1はこの発明にかかる圧電薄膜共振子の一例を示す断面図解図である。図1に示す圧電薄膜共振子10はSi基板12を含む。

【0012】Si基板12の上には、薄膜としてのAlNを主成分とするAlN圧電薄膜14、下層電極16a、圧電薄膜としてのAlNを主成分とするAlN圧電薄膜18および上層電極16bが、その順番に形成される。この場合、AlN圧電薄膜14は、Si基板12の上面全面に形成される。下層電極16aは、AlN圧電薄膜14の上面において中央部を含む部分に形成される。AlN圧電薄膜18は、AlN圧電薄膜14の中央部を含む部分に対応して、AlN圧電薄膜14および下層電極16aの上面に形成される。上層電極16bは、AlN圧電薄膜14の中央部を含む部分に対応して、AlN圧電薄膜18の上面に形成される。また、この場合、AlN圧電薄膜14および18は、スパッタリングやCVDなどの成膜法で形成される。下層電極16aおよび上層電極16bは、スパッタリングや蒸着などの成膜法で形成される。

【0013】Si基板12には、AlN圧電薄膜14の中央部に対応する部分を裏面から異方性エッチングやRIE (Reactive Ion Etching) などの手段で除去することによって、空洞20が形成される。

【0014】図1に示す圧電薄膜共振子10では、図4に示す従来の圧電薄膜共振子6と比べて、SiO₂ 薄膜7がAlN圧電薄膜14に置き換えられているので、音速の異なる材料の境界での反射がほとんどなくなり、良好な共振特性が得られる。また、図1に示す圧電薄膜共振子10では、図4に示す従来の圧電薄膜共振子6と比べて、ヤング率の温度係数がAlNと同符号でAlNより大きい値を持つSiO₂ 薄膜7がAlN圧電薄膜14に置き換えられているので、良好な共振周波数の温度特性が得られる。さらに、図1に示す圧電薄膜共振子10では、図4に示す従来の圧電薄膜共振子6と比べて、SiO₂ 中よりAlN中のほうが音速が大きいため、同一周波数を得る場合に、SiO₂ 薄膜7より膜厚の厚いAl

N圧電薄膜14を用いることができ、機械的強度を増すことができ、素子の割れなどによる不良を低減することができる。

【0015】

【実施例2】実施例2では、実施例1と比べて、たとえばArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法によって、AlN圧電薄膜14および18が、内部応力が零応力程度の薄膜に形成される。この場合、たとえば0.5Pa未満の低ガス圧領域でAlN圧電薄膜を形成すると圧縮性の強い応力が発生するが、0.5Pa～1.2Paの高ガス圧領域でAlN圧電薄膜を形成すると零応力程度の薄膜が得られる。

【0016】実施例2では、実施例1の作用効果を奏するとともに、内部応力の強いSiO₂ 薄膜を有することで生じていたSi基板の反りから発生する素子の割れなどによる不良を低減することができる。

【0017】

【実施例3】実施例3では、実施例2と比べて、たとえばArと窒素との混合ガスを用いるスパッタリング法によって、AlN圧電薄膜14が、内部応力が零応力程度でかつSi基板12の厚み方向にC軸配向した薄膜に形成される。この場合、たとえば窒素ガスの流量比を20%～30%程度にすることによって、零応力程度でC軸配向した薄膜を形成することができる。また、下層電極16aは、たとえばAuやAlなどSi基板12の厚み方向に(111)優先配向しやすい面心立方構造を有する金属材料でたとえば蒸着法などの方法で形成される。

【0018】実施例3では、実施例2の作用効果を奏するとともに、次の作用効果も奏する。AlN圧電薄膜18のC軸配向性は、下層電極16aの配向性に大きく影響される。実施例3では、AlN圧電薄膜14をC軸配向した薄膜とし、下層電極16aに(111)優先配向しやすくAlNのC面とマッチングのよい金属材料を用いることによって、良好な(111)配向性を示す下層電極16aが得られ、下層電極16a上に形成されるAlN圧電薄膜18のC軸配向性も向上するため、良好な圧電性が生じ、さらに良好な共振特性が得られる。

【0019】

【実施例4】実施例4では、実施例1～3と比べて、Alを主成分とするターゲットを有するスパッタリング装置で、AlN圧電薄膜14、下層電極16a、AlN圧電薄膜18および上層電極16bが形成される。この場合、Arと窒素との混合ガスを用いることによって、AlN圧電薄膜14が形成される。AlN圧電薄膜14を形成した後、続いて真空を破らずに、Arガスを用いることによってAl膜からなる下層電極16aが形成される。下層電極16aを形成した後、続いて真空を破らずに、Arと窒素との混合ガスを用いることによってAlN圧電薄膜18が形成され、続いて真空を破らずに、Arガスを用いることによってAl膜からなる上層電極1

6bが形成される。このように、実施例4では、AlN圧電薄膜14から上層電極16bまでが真空を破らずに成膜され、フォトリソグラフィやエッチングなどでパターンニングされる。

【0020】実施例4では、実施例1～3の作用効果を奏するとともに、次の作用効果も奏する。実施例4では、AlN圧電薄膜14、下層電極16a、AlN圧電薄膜18および上層電極16bを同一装置で形成することができるために、製造コストを低減することができる。AlN圧電薄膜14、下層電極16a、AlN圧電薄膜18および上層電極16bなどに生じる不純物層の混入による共振特性の悪化を防ぐことができる。

【0021】図2はこの発明にかかる圧電薄膜共振子の他の例を示す断面図解図である。図2に示す圧電薄膜共振子11では、図1に示す圧電薄膜共振子10と比べて、AlN圧電薄膜18に対して上下対称にAlN圧電薄膜14および22が形成されることによって、振動の節点がAlN圧電薄膜18の中央部分に位置するように形成される。

【0022】なお、上述の各圧電共振子10および11では薄膜および圧電薄膜がそれぞれAlNを主成分とするAlN圧電薄膜14および18であるが、この発明では薄膜と圧電薄膜とは同一の材料または同一の主成分を有する材料で形成されてもよい。

【0023】

【発明の効果】この発明によれば、良好な共振特性および良好な共振周波数の温度特性を有し、素子の割れなどによる不良が少ない圧電薄膜共振子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる圧電薄膜共振子の一例を示す断面図解図である。

【図2】この発明にかかる圧電薄膜共振子の他の例を示す断面図解図である。

【図3】従来の圧電薄膜共振子の一例を示す断面図解図である。

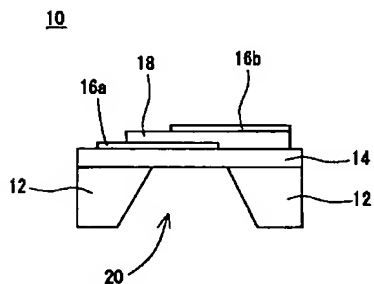
【図4】従来の圧電薄膜共振子の他の例を示す断面図解図である。

【図5】従来の圧電薄膜共振子のさらに他の例を示す断面図解図である。

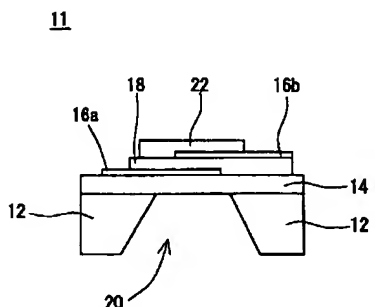
【符号の説明】

- 10 圧電薄膜共振子
- 12 Si基板
- 14 AlN圧電薄膜
- 16a 下層電極
- 16b 上層電極
- 18 AlN圧電薄膜
- 20 空洞
- 22 AlN圧電薄膜

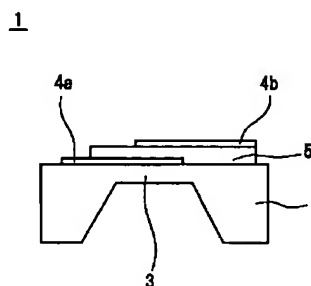
【図1】



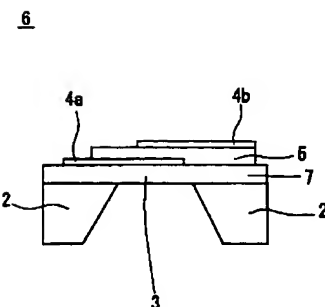
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

